

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CÂMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

IVAN DIAS DE MEDEIROS

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E HEMATOLÓGICO DOTAMBAQUI
(Colossoma macropomum, CUVIER, 1818) **SUBMETIDO A SISTEMAS DE**
CULTIVO COM AERAÇÃO MECÂNICA

PRESIDENTE MÉDICI – RO

2014

IVAN DIAS DE MEDEIROS

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E HEMATOLÓGICO DO TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) SUBMETIDO A SISTEMAS DE
CULTIVO COM AERAÇÃO MECÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de monografia do Curso de Engenharia
de Pesca da UNIR – Fundação Universidade Federal
de Rondônia – Campus de Presidente Médici – RO,
como pré-requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Professor Marlos Oliveira Porto

Co-orientadora: Professora Santana Rodrigues
Santana

PRESIDENTE MÉDICI – RO

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial 07/UNIR

M480d

Medeiros, Ivan Dias de.

Desempenho zootécnico e hematológico do tambaqui (*Colossoma Macropomum*, Cuvier, 1818) submetido a sistemas de cultivo com aeração mecânica/ Ivan Dias de Medeiros. Presidente Médici – RO, 2014.

40 f. ; + 1 CD-ROM

Orientador: Prof. Dr. Marlos de Oliveira Porto

Monografia (Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, 2014.

1. Aerador. 2. Hematologia. 3. Piscicultura. 4. Produção. I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Porto, Marlos de Oliveira. III. Título.

CDU: 639

Bibliotecário-Documentalista: Jonatan Cândido, CRB15/732

IVAN DIAS DE MEDEIROS

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E HEMATOLÓGICO DO TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) SUBMETIDO A SISTEMAS DE
CULTIVO COM AERAÇÃO MECÂNICA

Trabalho apresentado por Ivan Dias de Medeiros à
UNIR – Fundação Universidade Federal de Rondônia
– Campus de Presidente Médici – RO, como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Pesca, sob orientação do Professor
Marlos Oliveira Porto e coorientação da Professora
Santina Rodrigues Santana.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marlos Oliveira Porto
Orientador

Profª Dra. Bruna Rafaela Caetano Nunes Pazdiora

Profª Dra. Jucilene Cavali

Aprovado em 26 de Novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Marlos Oliveira Porto e Santina Rodrigues Santana, à Universidade Federal de Rondônia – UNIR, pela oportunidade e a todos meus amigos que direta ou indiretamente me incentivaram e principalmente a Stefanie Bizi pelo companheirismo e apoio incondicional, meu muito obrigado.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, o grande arquiteto do universo, a meu pai Manoel Januário de Medeiros (*in memoriam*), minha mãe Santina Dias de Medeiros, meus filhos Camila, Lucas e Carla, que iluminaram meus caminhos e me deram forças para sua conclusão. A todos colegas e professores, que foram sem dúvidas muito importantes nesta jornada.

RESUMO

MEDEIROS, I. D. **DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E HEMATOLÓGICO DO TAMBAQUI** (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) **SUBMETIDO A SISTEMAS DE CULTIVO COM AERAÇÃO MECÂNICA**. 2014. 40 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, 2014.

O objetivo com este estudo foi avaliar o efeito da aeração artificial contínua sobre o desempenho zootécnico produtivo e características hematológicas do cultivo intensivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema sem fluxo contínuo de água. O estudo foi conduzido seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos (com e sem aeração mecânica). Foram distribuídos 600 juvenis de tambaqui com peso inicial médio de 235 ± 15 g, em dois viveiros escavados. Durante o cultivo, 30 peixes por tratamento foram capturados, para realização das medidas biométricas mensais e submetidos à coleta de sangue para determinação dos parâmetros hematológicos. Não houve diferença significativa entre as variáveis hematológicas ($P < 0,05$). Contudo, o uso contínuo do aerador proporcionou condições mais favoráveis para os animais, resultando em maior ($P < 0,05$) desempenho até os 90 dias de cultivo, com média de ganho de peso diário de 4,82g comparado 4,49g ao sistema não aerado. Os resultados deste trabalho permitem inferir que os peixes cultivados em sistema sem aeração artificial apresentaram, quando comparados com aqueles criados em sistema com aeração artificial contínua valores menores ($P > 0,05$) de crescimento, tanto em peso como em comprimento, consequentemente, de ganho de peso médio diário e de biomassa total.

Palavras-chave: Aerador. Hematologia. Piscicultura. Produção.

ABSTRACT

MEDEIROS, I. D. **ZOOTECNICAL AND HEMATOLOGICAL PERFORMANCE OF TAMBAQUI** (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) **SUBJECT TO GROWING SYSTEMS WITH MECHANICAL AERATION**. 2014. 40 f. Monograph (Bachelor of Engineering Fishing) - Federal University of Rondônia Foundation President Medici, in 2014.

The aim of this study was to evaluate the effect of continuous artificial aeration on production growth performance and hematological characteristics of intensive cultivation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) system without continuous flow of water. The study was conducted in a randomized experimental design with two treatments (with and without mechanical aeration). 600 juveniles of tambaqui were distributed with average initial weight of $235 \pm 2\text{g}$ in two excavated ponds. During cultivation, 30 fishes per treatment were captured, to carry out the monthly biometric measurements and underwent blood sampling for analysis of hematological parameters. There was no significant difference between hematological variables ($P < 0.05$). However, the continued use of the aerator provided more favorable conditions for the animals, resulting in higher ($P < 0.05$) performance up to 90 days of cultivation, with average daily weight gain of 4,82g and 4,49g compared to the system non-aerated. These results allow us to infer that fish reared in system without artificial aeration showed, compared with those created on systems with continuous artificial aeration lower values ($P > 0.05$) for growth, both in weight and length, consequently, average daily gain weight and total biomass.

Keywords: Aerator. Fish farming. Hematology. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	17
Figura 2. Localização, distribuição e área dos tratamentos nas unidades experimentais.....	18
Figura 3. Aerador flutuante da Marca LINN, Modelo Aquamix, Série B-500 empregado para abastecer o sistema de aeração do cultivo do Tratamento CAA.....	19
Figura 4. Despesca e coleta dos juvenis de tambaqui.....	20
Figura 5. Exemplar de tambaqui durante as medidas biométricas: comprimento: total (A) e perímetro corporal (B).....	22
Figura 6. Coleta de sangue em tambaquis.....	23
Figura 7. Tubos de ensaio utilizados para análises sanguíneas.....	23
Figura 8. Variação nictimeral da concentração de oxigênio dissolvido no cultivo do tambaqui em sistema semi-intensivo com e sem aeração artificial.....	26
Figura 9. Indivíduos de <i>C. macropomum</i> no cultivo sem aeração apresentaram protuberância labial inferior.....	30
Figura 10. Comparação de ganho médio, consumo aparente e conversão alimentar aparente diário ao longo dos 90 dias de experimento.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fases, duração, diâmetro dos péletes e quantidade de ração na alimentação de <i>C. macropomum</i>	19
Tabela 2. Níveis de garantia das rações comerciais utilizadas nas diferentes fases de cultivo	19
Tabela 3. Valores médios das variáveis da qualidade da água dos viveiros dos tratamentos CAA e SAA, obtidos durante o período experimental.....	25
Tabela 4. Média dos parâmetros sanguíneos de tambaquis com aeração artificial (CAA) e sem aeração artificial (SAA) para os diferentes períodos experimentais.....	28
Tabela 5. Valores de referências do eritrograma para tambaqui <i>C. macropomum</i> segundo Tavares-Dias (2009).....	29
Tabela 6. Valores médios das variáveis de desempenho zootécnico produtivo de juvenis de tambaqui com aeração artificial (CAA) e sem aeração artificial (SAA) nos diferentes períodos.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS NA PISCICULTURA	14
3.2 SISTEMA DE AERAÇÃO ARTIFICIAL.....	15
3.3 A ESPÉCIE <i>Colossoma macropomum</i>	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 VARIÁVEIS ZOOTÉCNICAS	22
4.2 VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS	22
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 ANÁLISE LIMNOLÓGICA.....	25
5.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	27
5.3 ANÁLISE HEMATOLÓGICA	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7 REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Vários peixes nativos brasileiros despertaram o interesse dos piscicultores e pesquisadores devido às características de crescimento rápido, alta eficiência alimentar, facilidade de reprodução induzida e por características apropriadas à pesca esportiva (TAVARES-DIAS *et al.*, 1999).

Dentre esses peixes destaca-se o tambaqui (*Colossom macropomum*), que é a espécie mais produzida na Região Amazônica, apreciado pela população local, tornando a demanda por sua carne elevada, razão pela qual muitos pesquisadores e produtores têm intensificado esforços para estabelecer um sistema de cultivo para a espécie (GOMES *et al.*, 2003). Outros fatores que estimulam a criação da espécie na Amazônia são: fácil obtenção de juvenis, elevado potencial de crescimento, aproveitamento do alimento natural primário, alta produtividade e rusticidade (GOMES *et al.*, 2003).

A crescente demanda por peixes com tamanho comercial tem contribuído para o impulso no desenvolvimento da piscicultura de algumas espécies nativas. Assim, o aprimoramento das técnicas de produção implica, na necessidade de aumentar os estudos que gerem informações sobre a reprodução e larvicultura, a nutrição e alimentação e, o melhoramento dos sistemas de criação das espécies de interesse (ALVARADO, 2003).

De acordo com as informações publicadas no Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura de 2011, o tambaqui, juntamente com a tilápia, foram as espécies mais cultivadas, as quais somadas representaram 67,0% da produção nacional de pescado proveniente da aquicultura.

Dentre as diversas tecnologias adotadas no cultivo de peixes visando otimizar a produtividade, a aeração artificial tem recebido grande destaque. Pode proporcionar melhorias da qualidade da água dos ambientes de cultivo, melhorias no desempenho produtivo dos animais, maiores taxas de sobrevivência e possibilidade de aumento da capacidade de suporte do ambiente (AMARAL *et al.*, 2003).

A aeração, juntamente com outras práticas de manejo na piscicultura intensiva, fazem-se necessárias, uma vez que o oxigênio é fator de grande importância nesse sistema de cultivo. A utilização de aeradores proporciona a homogeneização da distribuição de oxigênio na água, evitando estresse e mortalidade dos animais (NASCIMENTO, 2012). Desta forma a homeostase

relacionadas a alguns parâmetros sanguíneos podem ser influenciados pela disponibilidade de oxigênio no ambiente aquático.

Os parâmetros hematológicos podem ser utilizados como ferramentas para diagnóstico de enfermidades, indicadores do estado fisiológico, nutricional e estresse de manipulação do peixe (TAVARES-DIAS e MORAES, 2003). Garcia-Navarro (2005) ressalta que o estudo das células sanguíneas é uma ferramenta fundamental para diagnósticos de doenças infecciosas, leucemias e estresse.

A padronização dos parâmetros hematológicos de peixes auxilia na determinação de influências de dietas, de enfermidades e de outras situações de estresse ambiental (SILVEIRA e RIGORES, 1989). Da mesma forma, as alterações de tais parâmetros contribuem para o perfeito diagnóstico de condições mórbidas que acometem os peixes (ALDRIN *et al.*, 1982).

Para determinar as condições de higidez do animal através dos componentes sanguíneos é necessário delimitar as faixas normais de valores para a espécie (TAVARES-DIAS e SANDRIM, 1998). Essa normalidade, entretanto, é relativa, pois podem ser observadas variações de valores de acordo com a idade, sexo, fatores genéticos, alterações ambientais e nutricionais (RANZANI-PAIVA e GODINHO, 1988).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui submetidos ou não à aeração mecânica contínua, criados em tanques escavados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o desempenho produtivo e hematológico de juvenis de tambaqui submetidos a sistemas de cultivo com e sem aeração mecânica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Averiguar o desempenho produtivo de animais sob a influência de aeração contínua;
- Comparar as medidas biométricos do *C. macropomum* em tratamentos com e sem aeração artificial;
- Avaliar as variáveis hematológicas de tambaqui submetidos à aeração artificial;
- Acompanhar a diferenciação dos parâmetros limnológicos em sistemas de cultivo com e sem aeração mecânica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS NA PISCICULTURA

O sangue é um dos fluídos mais presentes no corpo, formando cerca de 7% do total do peso corporal. A hematologia é uma parte essencial da toxicologia onde todas as ciências podem ser integradas e avaliadas para determinar os riscos para saúde animal e para o ambiente (EVANS, 2008).

Os estudos dos parâmetros sanguíneos dos peixes permitem o conhecimento da capacidade respiratória da espécie, pela análise de seu eritrograma, e também auxiliam na compreensão de seu sistema imunológico (TAVARES-DIAS et al., 2008).

Assim, parâmetros eritrocitários têm sido recomendados para diagnóstico e prognóstico de condições mórbidas em populações de peixes (SHAH et al., 2009) e também para avaliação de condições de estresse (ARAÚJO et al., 2009), tanto em animais de ambiente natural como em cativeiro.

A composição sanguínea está sujeita a fatores fisiológicos e ecológicos, como o sexo, o estágio de desenvolvimento gonadal, o estresse, as infecções, o peso e o comprimento corporal do peixe (MCCORMICK e NAIMAN, 1985).

A evolução do estado fisiológico dos peixes pode ser avaliada pelos índices hematimétricos (VOSYLIENÉ, 1999). A avaliação desses parâmetros auxilia na determinação da influência de condições fisiopatológicas que possam afetar a homeostase, colaborando, assim, no diagnóstico de condições adversas (TAVARES-DIAS et al., 1999).

O estudo dos parâmetros hematológicos vem sendo cada vez mais utilizado como avaliação do estado fisiológico em peixes (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004;). Assim as variações dos parâmetros hematológicos podem ser utilizadas como indicadores de disfunção orgânica por estresse (VALENZUELA et al., 2003).

Em alguns casos é indicado o uso de anestésicos para diminuir o estresse nos peixes (ISHIKAWA *et al.*, 2010), mas estes também podem ocasionar alterações hematológicas e, portanto, devem ser utilizados com algumas restrições e na dosagem indicada para cada espécie e idade (SUDAGARA *et al.*, 2009). Assim, a contenção mecânica é a mais adequada e prática para este procedimento.

Três índices hematológicos da série vermelha que são considerados primários, indicam a capacidade de transporte de oxigênio através do sangue e da

utilização do mesmo pelo organismo. São eles: o hematócrito (Hct), a hemoglobina (Hb) e os eritrócitos (RBC). Os RBC são as células mais numerosas do sangue e são repletas de eHb, que além do oxigênio, transporta também o dióxido de carbono (MARTINEZ et al., 1994).

Os principais índices que derivam dos primários são: volume corpuscular médio (VCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM). O VCM é usado para indicar o estado osmorregulatório e está diretamente envolvida com a dinâmica cardíaca e com o fluxo sanguíneo. O HCM é a média de Hb de cada eritrócito e demonstra como está a função respiratória (HOUSTON, 1990).

3.2 SISTEMA DE AERAÇÃO ARTIFICIAL

Para a maioria dos organismos, a presença do oxigênio no meio é requisito primordial para a manutenção da vida. De acordo com BOYD (1990), nos tanques de cultivo, embora ocorra a difusão do oxigênio atmosférico para a água, os processos biológicos como fotossíntese, respiração e decomposição são mais importantes na regulação deste gás do que os eventos físicos.

Conforme Hopkinset *al.*, (1994) citam que ao se incrementar, artificialmente, a concentração do oxigênio dissolvido na coluna d'água através de equipamentos (compressores, sopradores, etc.), o processo de nitrificação é acelerado e, conseqüentemente, o aparecimento de compostos nitrogenados tóxicos aos organismos cultivados são evitados.

Segundo Kubitza (2008), a aeração aumenta a segurança e a produtividade na criação de organismos aquáticos. Também pode ser usada na restauração da qualidade da água ao final de um ciclo de produção, melhorando os níveis de oxigênio, acelerando a decomposição do material orgânico e a oxidação da amônia a nitrato, reduzindo a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), deixando a água usada no cultivo rapidamente em condições de ser devolvida ao ambiente.

De modo geral, dentre os principais benefícios da aeração em piscicultura estão a possibilidade de aumento na produtividade de um empreendimento aquícola, por possibilitar o suporte de maior biomassa de peixes na mesma área, sob condições ambientais adequadas; os peixes apresentam melhor condição de saúde, menor mortalidade e redução dos custos de produção, aumentando assim o lucro da produção (KUBITZA, 2008).

3.3 A ESPÉCIE *Colossoma macropomum*

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) da família Characidae, é endêmico das bacias do Amazonas e Orinoco, sendo muito comum em lagos de várzea. É considerado o segundo maior peixe de escamas da América do Sul, depois do pirarucu – *Arapaima gigas*, pois possui grande porte, podendo atingir no seu habitat natural até 100 cm de comprimento e mais de 30kg (SANTOS *et al.*, 2006). Contudo, já foram registrados exemplares com comprimento e peso recordes de 108 cm (IGFA, 2001) e 40 kg de peso vivo (MACHACEK, 2007).

O tambaqui é uma das espécies nativas que se destaca na América Latina devido ao elevado valor comercial e grande importância econômica e social. Possui potencial para a aquicultura, pois adapta-se ao confinamento e arraçoamento (SILVA, *et al.*, 2007), além de apresentar excelentes índices zootécnicos e grande valor de mercado. A produção em confinamento nos últimos anos vem aumentando cerca de 11,5 % da produção nacional em todo o país (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Segundo Nunes *et al.*, (2006) o tambaqui tem grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal, sendo de fácil adaptação à alimentação fornecida em sistemas de criação. A carne tornou-se muito popular e bastante apreciada, pelo seu sabor e textura. No entanto, o aspecto mais crítico, é o crescente mercado de exemplares abaixo do peso ideal para abate, cuja presença nos locais de comercialização vem se tornando rotina há mais de uma década (FREITAS *et al.*, 2007).

Devido ao destaque nacional que esta espécie vem obtendo nos últimos anos, o tambaqui tem despertado o interesse de diversos setores no Brasil seja da iniciativa privada ou governamental (RESENDE *et al.*, 2009). Por meio dos agentes que compõem a cadeia produtiva. Tem-se buscado aperfeiçoar o desempenho produtivo e econômico da criação, de modo que esta espécie tem sido alvo de estudos voltados a melhorar as condições de cultivo e manejo e aumentar o desempenho zootécnico e econômico (CHAGAS *et al.*, 2007).

A criação do tambaqui (Figura 1) é realizada principalmente em viveiros escavados fertilizados, devido suas características de aproveitamento do alimento natural disponível no viveiro (CAVERO *et al.*, 2009), mas também tem ocorrido em tanques-rede (BRANDÃO *et al.*, 2004), barragens (PEREIRA *et al.*, 2009) e em canais de igarapé (ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002). Dentre esses sistemas, os

melhores resultados têm sido obtidos em viveiros escavados (BARROS e MARTINS, 2012).

Figura 1 Exemplar de tambaqui (*Colossoma macropomum*)



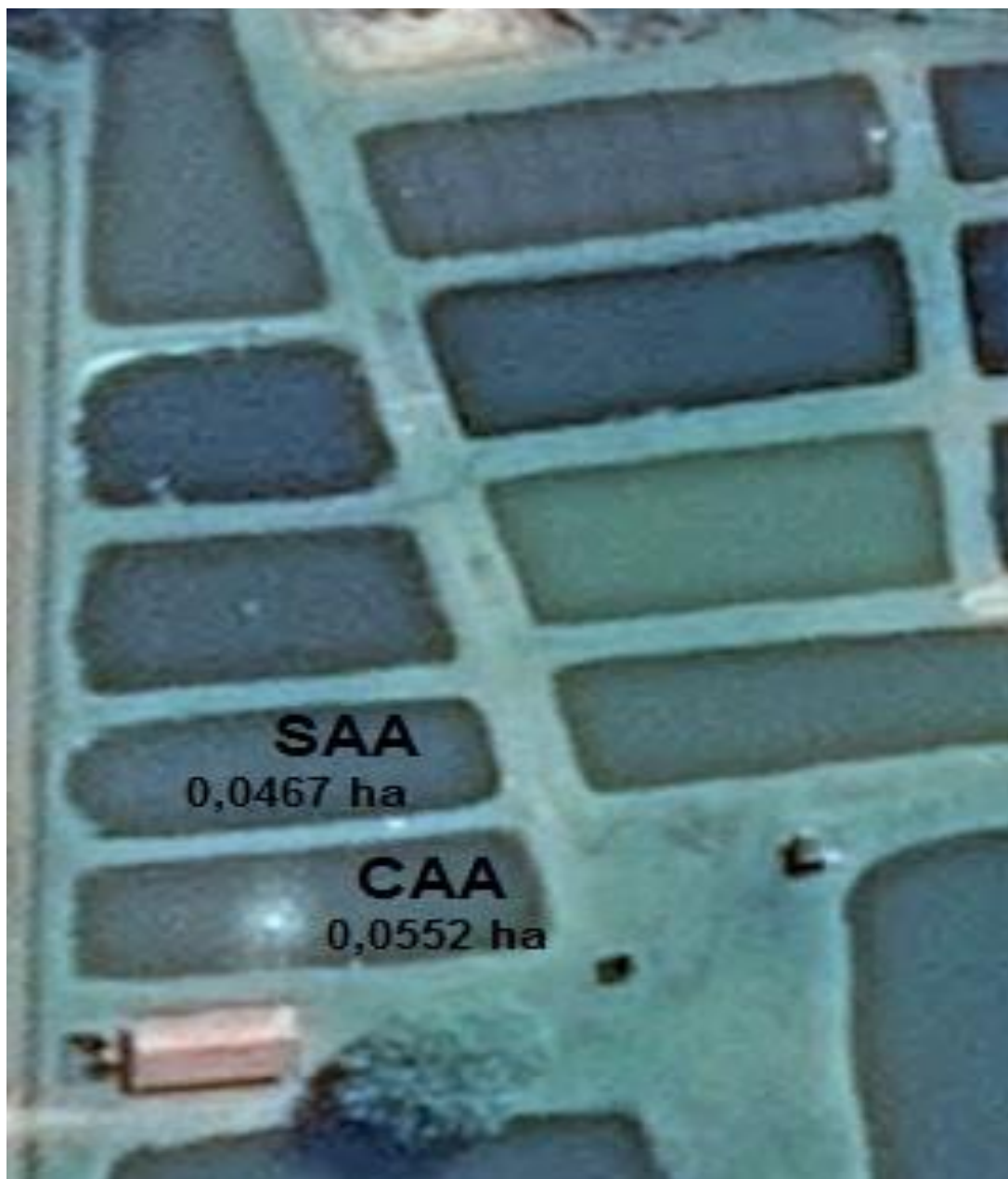
Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Apesar dos esforços para obtenção de pacote tecnológico adequados para criação do tambaqui, ainda falta muito para que esse objetivo seja concretizado. As tecnologias de produção existentes são baseadas em experiências práticas de acompanhamento de pisciculturas, aliadas ao baixo número de informações científicas existentes sobre a criação dessa espécie (BARROS et al., 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze(Figura 2) da Universidade Federal de Rondônia – Câmpus de Presidente Médici, localizado no município de Presidente Médici (RO), durante os meses de março a junho de 2014, totalizando um ciclo de 90 dias de cultivo.

Figura 2 Localização, distribuição e área dos tratamentos nas unidades experimentais.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Cada tanque experimental foi povoado com 300 peixes distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizado dois viveiros escavados.

Utilizou-se um lote homogêneo de 600 espécimes de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) provenientes de uma estação local de reprodução de peixes, localizada na BR 364 - KM 20 em Presidente Médici (RO). Os animais chegaram à Base de Piscicultura Carlos Matiazeno mês de Novembro de 2013 com peso médio de 15 g e foram estocados por 120 dias em um único viveiro de 1000m² para que alcançassem o peso de aproximadamente 235 g.

Os tratamentos foram: com aeração artificial em intervalos de 12/12 horas(CAA) e sem aeração artificial (SAA).

Utilizou-se aerador flutuante do modelo Aquamix Série B-500 da marca alemã LINN (Figura 3). De acordo com as especificações da revendedora Benauer, este equipamento é dotado de grande poder de bombeamento, sem perdas de carga, provoca perfeita homogeneização e excelente dispersão do oxigênio, garantindo altas taxas de transferência de oxigênio para o líquido.

Figura 3 Aerador flutuante empregado no sistema de aeração intermitente no cultivo do tambaqui.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Os peixes foram arraçoados manualmente na frequência de três tratos diários (07h00; 12h00 e 18h00). Na fase I (durante os primeiros 30 dias), foi fornecido ração

comercial onívora com teor de 36,0% de Proteína Bruta (PB). Na fase II (aos 60 dias de cultivo), forneceu-se ração comercial onívora com 32,0% de PB, e na fase III, durante 30 dias finais do experimento, os animais foi fornecido ração comercial contendo 28% de PB (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 Granulometria dos péletes de ração (mm) e taxas de arraçoamento (%) em função das fases de cultivo.

Fases	Duração do período (dias)	Granulometria dos péletes (mm)	Peso vivo (%)
I	30	2 a 3	6,0
II	60	4 a 6	4,0
III	90	8 a 10	2,0

Fonte: NUTRIZON Alimentos LTDA.

Tabela 2 Níveis de garantia das rações comerciais utilizadas nas diferentes fases de cultivo.

Item	Ração 36% PB*	Ração 32% PB*	Ração 28% PB*
Cálcio (min)	12 g	15 g	10 g
Cálcio (max)	36 g	35 g	35 g
Extrato etéreo (min)	32 g	30 g	30 g
Fósforo (min)	11 g	10 g	10 g
Matéria fibrosa (max)	95 g	90 g	90 g
Matéria mineral (max)	150 g	150 g	150 g
Proteína bruta (min)	360 g	320 g	280 g
Umidade (max)	90 g	90 g	90 g

*Concentração por kg de ração.

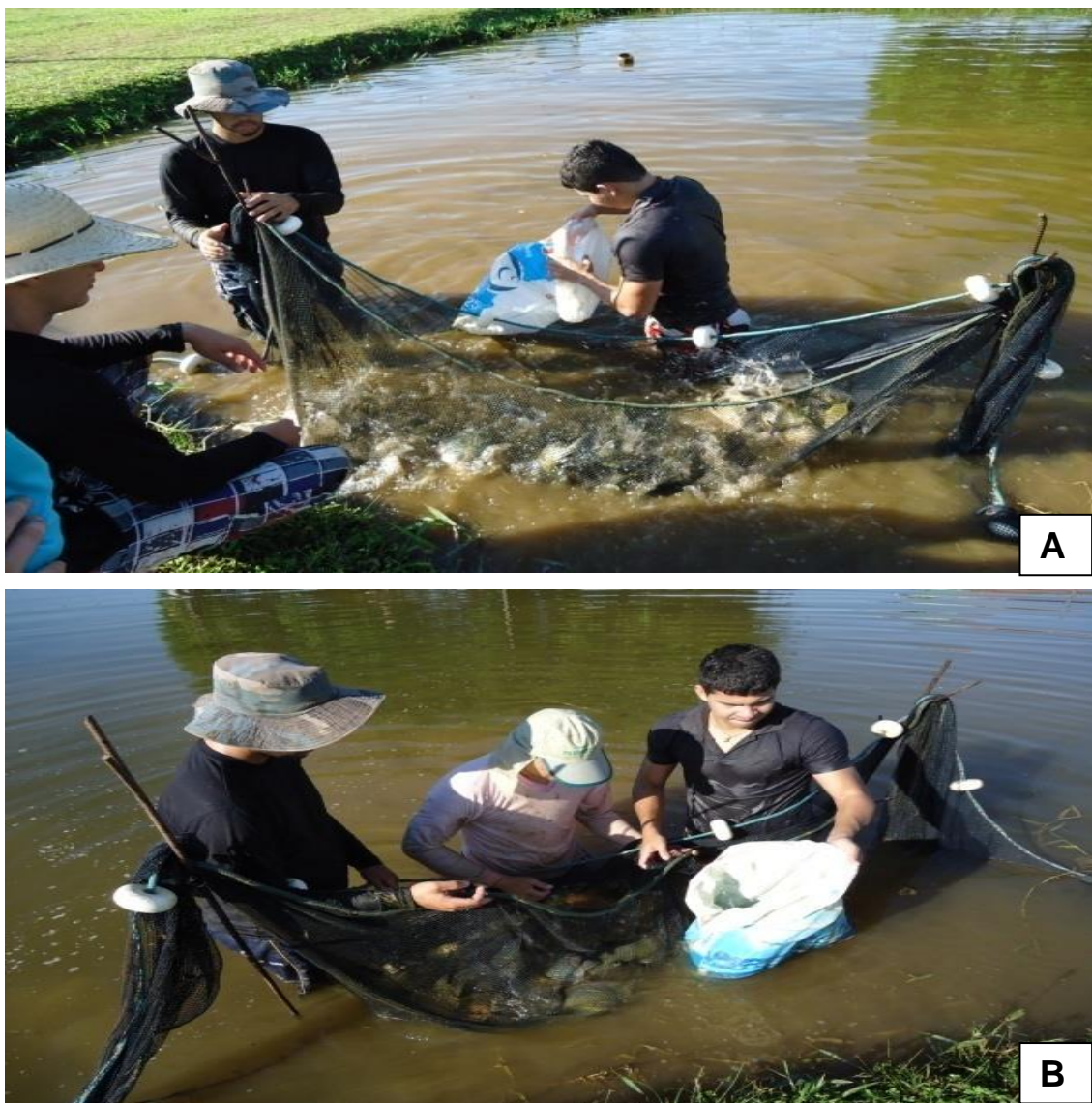
Fonte: NUTRIZON Alimentos LTDA.

Durante o experimento não houve renovação contínua de água, apenas reposição das perdas por infiltração e evaporação. As análises limnológicas foram realizadas mensalmente.

As medidas biométricas e coletas sanguíneas foram realizadas a cada 30 dias, coletando amostras em 10% dos indivíduos da população em ambos tratamentos, perfazendo um total de 30 indivíduos amostrados. Os animais eram mantidos vivos e devolvidos aos viveiros após a biometria e coleta de sangue.

Todos os animais foram despescados e coletados com rede de arrasto e transportados vivos para o Laboratório de Piscicultura da Base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze (Figura 4).

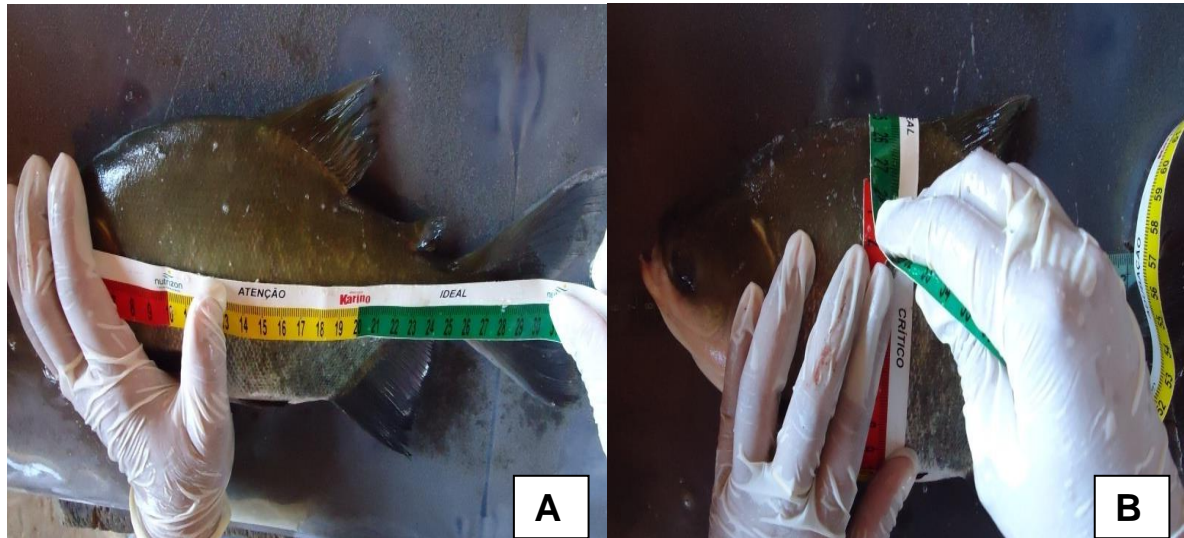
Figura 4 Despesca e coleta dos juvenis de tambaqui (A e B).



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Os animais foram pesados, medidos e submetidos às medidas de largura e comprimento total utilizando-se fita métrica (Figura 5).

Figura 5 Exemplar de tambaqui durante as medidas biométricas: comprimento total (A) e altura (B).



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

4.1 VARIÁVEIS DE DESEMPENHO PRODUTIVO

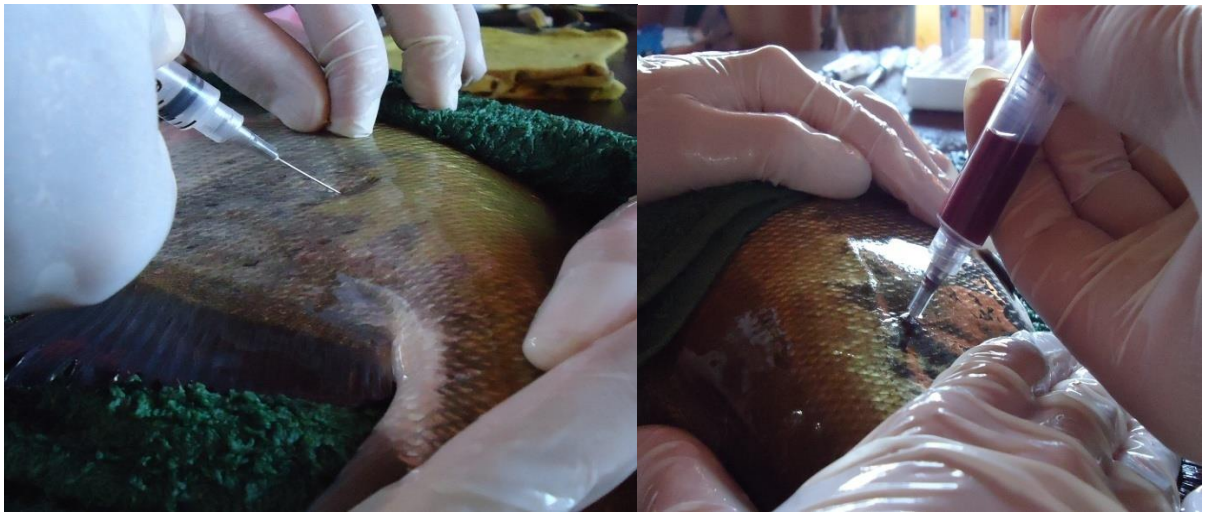
Foi analisado o desempenho produtivo dos tambaquis submetidos aos diferentes tratamentos através das variáveis zootécnicas: ganho de peso médio diário (GPMD), a conversão alimentar aparente (CA) e consumo alimentar aparente (CAA).

4.2 VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS

Para evitar-se o estresse e retirada excessiva do muco do peixe, os animais foram contidos adequadamente com um pano úmido sob a região dos olhos.

A coleta de sangue foi feita com auxílio de seringas descartáveis, através da inserção inclinada em torno de 45° em direção à região ventral da coluna vertebral (Figura 6), local onde se localizam a artéria e veia caudais.

Figura 6 Coleta de sangue em tambaquis.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

O volume total colhido foi de 6 ml de sangue de cada indivíduo; sendo 2 ml destinados ao Eritrograma, em tubo contendo EDTA (tubo de hemólise de tampa roxa); 2 ml destinado a análise de Glicose, com anticoagulante citrato (tubo de hemólise de tampa cinza); e 2 ml em tubo seco para realização das Proteínas Totais (tubo de hemólise de tampa branca) (Figura7).

Figura 7 Tubos de hemólises utilizados para análises hematológicas.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Após o procedimento da punção sanguínea utilizando seringas, as amostras foram homogeneizadas e armazenadas em caixa térmica com gelox, para, posteriormente, serem analisadas em laboratório.

As variáveis hematológicas foram calculadas a partir da determinação do Hematócrito através da Técnica de Microhematócrito (GOLDENFARB *et al.*, (1971)) e Hemoglobina conforme o Método de Cianometahemoglobina (COLLIER, 1944).

Com os dados obtidos das médias de eritrócitos, taxa de hemoglobina e percentual de hematócrito, foram calculados os índices hematimétricos VCM (Volume Corpuscular Médio) e HCM (Hemoglobina Corpuscular Média), segundo método preconizado por Wintrobe (1934).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e trinta repetições. Os dados foram submetidos à análise estatística dos contrastes de médias utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES LIMNOLÓGICA

As variáveis limnológicas foram monitoradas com auxílio da sonda multiparâmetro da marca Lovibond modelo SensoDirect 150, ao longo do período experimental mensal no período matutino.

De acordo com Silva et al., (2013), os valores obtidos sob os parâmetros pH e temperatura da água apresentaram variações dentro das faixas consideradas adequadas para o cultivo semi-intensivo da espécie (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis qualitativas da água nos sistemas com aeração artificial (CAA) e sem aeração artificial (SAA) no cultivo de tambaqui.

Variáveis	Tratamento	
	CAA	SAA
pH	7,60	6,83
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	6,00	2,54
Alcalinidade (mg CaCO L ⁻¹)	28,57	43,29
Dureza (ppt)	27,29	25,57
Temperatura (°C)	29,04	29,61
Condutividade (µS/cm)	86,25	106,22
Amônia total (ug. L ⁻¹)	1,00	1,93
Transparência (cm)	62,43	79,14

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Arde et al., (2007) avaliando respostas fisiológicas do tambaqui submetidos a diferentes concentrações de pH da água, verificaram que não houve mortalidade de indivíduos nas concentrações de exposição (4,0, a 8,0), entretanto pH próximos de 8,0 causaram alterações significativas nos parâmetros hematológicos dos animais.

A variação do pH observado no presente estudo está em conformidade com os encontrados por Azevedo e Aiub (2012), onde descrevem valores ocorrendo

entre 6,7 e 9,1 e por Silva e Carneiro (2007), com variação de 6,9 e 7,0, em viveiros de engorda do tambaqui em sistema sem renovação de água.

A condutividade elétrica da água apresentou variação entre 86,25 a 106,22 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo as concentrações superiores aos valores descritos no estudo de Sipaúba-Tavares et al., (1999), de 45 e 49,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no cultivo semi-intensivo do tambaqui em viveiros e no policultivo com tambaqui utilizando aeração artificial.

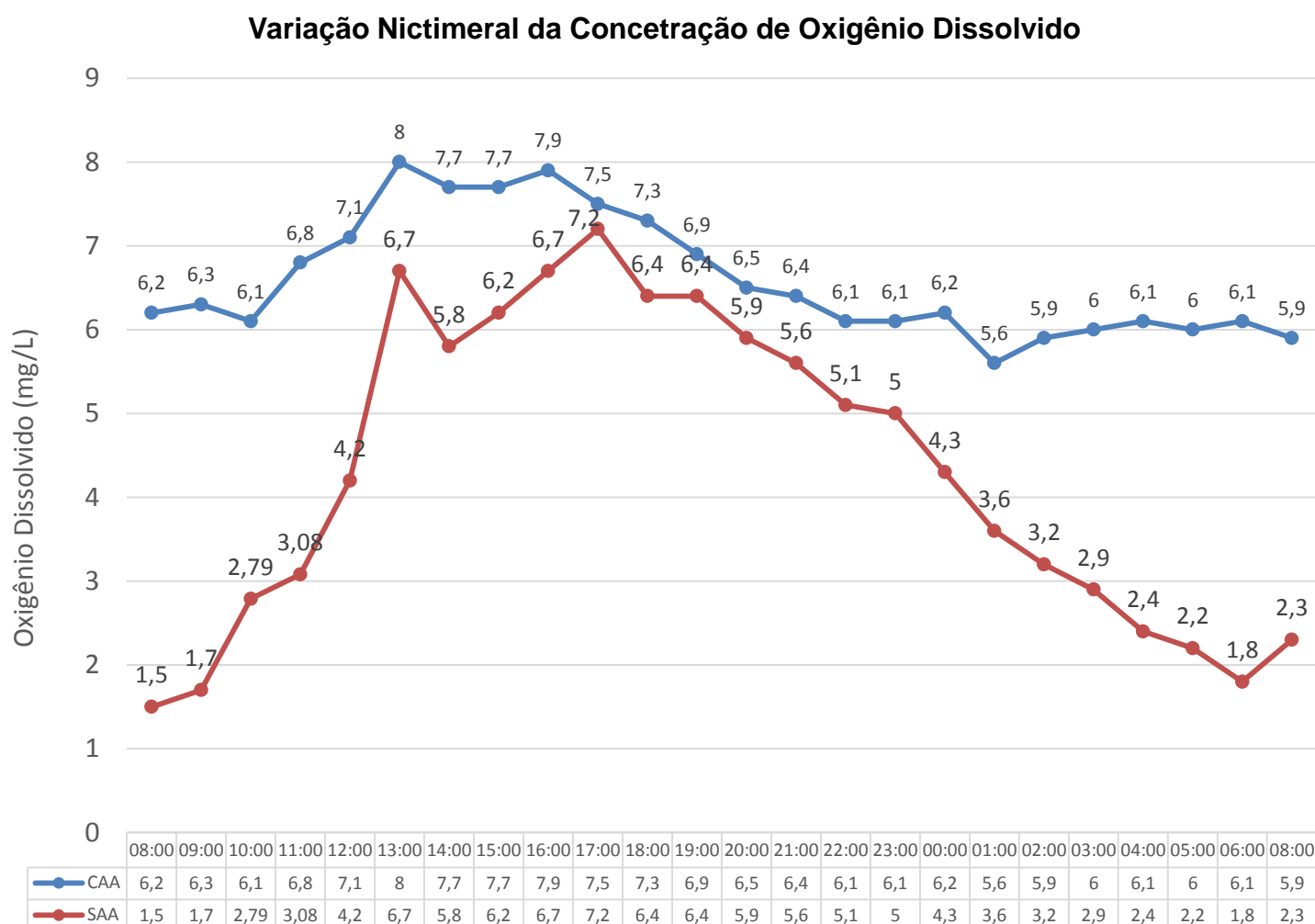
A elevação dos níveis de condutividade ao longo do estudo pode estar associada ao aumento da matéria orgânica na água, proveniente das excretas dos peixes e resto de ração não consumida, contribuindo para o acúmulo de íons no ambiente de cultivo (ITUASSU et al., 2004); tempo de residência da água (OLIVEIRA et al., 2010).

A dureza da água apresentou pequena variação ao longo do experimento, com valores observados de 27,29 ppt no tratamento com aeração contínua e 25,57ppt no viveiro sem aeração artificial.

A concentração de oxigênio dissolvido monitorada ao longo do dia apresentou valores médios considerados apropriados para o cultivo de peixes (Oliveira et al., 2007), onde foi verificado níveis de 6,00 mg/L no tratamento CAA e 2,54 mg/L no tratamento SAA.

Entretanto no período noturno, quando não há produção primária de oxigênio, o déficit de oxigênio é elevado (Figura 8), sendo o horário mais crítico ocorrendo entre 02 e 06h da manhã, quando os níveis caem subitamente de 3,20 para 1,80 mg/L no tratamento SAA.

Figura 8 Variação nictimeral da concentração de oxigênio dissolvido no cultivo do tambaqui em sistema semi-intensivo com e sem aeração artificial contínua.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

De acordo com Silva et. al. (2007), concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 2,0 mg/L prejudicam o crescimento do tambaqui. Desta forma, pode-se observar que o suprimento de oxigênio fornecido pela aeração artificial suplementar no tratamento CAA contribuiu, substancialmente, para a estabilidade nas concentrações de O_2 mais elevadas, proporcionando maior disponibilidade de oxigênio para zona de conforto dos animais.

A temperatura da água no período noturno apresentou menor amplitude entre mínima e máxima (28 e 30°C) no tratamento CAA quando comparado ao tratamento SAA (27 e 31°C), para máxima e mínima, respectivamente.

5.2 ANÁLISE HEMATOLÓGICA

O estudo das variáveis hematológicas assume importância como meio auxiliar de diagnóstico e estado de saúde dos peixes (TAVARES-DIAS, 2003).

Os resultados das análises hematológicas dos exemplares de tambaqui avaliados conforme os tratamentos CAA e SAA. As variáveis sanguíneas não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) em juvenis mantidos CAA quando comparados aos peixes cultivados no sistema SAA (Tabela 4).

Os eritrócitos são as células mais numerosas do sangue e tem como função principal o transporte de gases, papel desempenhado pela hemoglobina. Reduções desses parâmetros são indicativos de anemias (TAVARES-DIAS, 2003). Foi observado para o tambaqui aos 30, 60 e 90 dias valores médios de 3,99, 3,82 e 4,13 $\times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ para eritrócitos e de 11,52, 11,07 e 12,09 para hemoglobina, respectivamente, não ocorrendo ($P < 0,05$) influência do sistema de aeração para estas variáveis. Provavelmente a biomassa de peixes utilizada no viveiro não foi suficiente para reduzir a concentração de oxigênio.

Os valores relacionados ao hematócrito, a concentração de hemoglobina e a contagem de eritrócitos podem ser indicadores da capacidade de transporte de oxigênio dos peixes, permitindo estabelecer relações com a concentração de oxigênio disponível no habitat de origem do animal (TAVARES-DIAS, 2003).

O decréscimo na contagem de hemácias e na porcentagem do hematócrito indica o agravamento do estado de saúde do animal e desenvolvimento de anemia. A diminuição da concentração de hemoglobina no sangue, que é geralmente causado pelo efeito tóxico nas lamelas branquiais diminuindo, conseqüentemente, o oxigênio, também é uma confirmação de anemia (VOSYLIENÉ, 1999).

Tabela 4 Média dos parâmetros hematológicos de tambaquis em sistema de cultivo aeração artificial (CAA) e sem aeração artificial (SAA) para as fases experimentais.

Variáveis	Dia Zero		30 dias de Cultivo				60 dias de Cultivo				90 dias de Cultivo			
	(Valor inicial)													
	Valores médios iniciais	CV (%)	CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)	CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)	CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)
<i>Eritrócitos ($10^6 \mu L^{-1}$)</i>	4,08	7,42	3,92	3,99	3,99	8,16	3,82	3,82	3,82	8,92	4,12	4,14	4,13	5,18
<i>Hemoglobina (g/dL)</i>	11,93	8,46	11,41	11,64	11,52	9,29	11,07	11,07	11,07	10,16	12,05	12,12	12,09	5,85
<i>Hematócrito (%)</i>	35,79	8,46	34,23	34,9	34,56	9,34	33,2	33,21	33,2	10,26	36,17	36,37	36,27	5,89
<i>VCM (μm^3)</i>	87,67	1,21	87,23	87,41	87,32	1,55	86,77	86,79	86,78	1,53	88	87,96	87,98	0,68
<i>HCM (pg.cel⁻¹)</i>	29,22	1,21	29,05	29,16	29,1	1,48	28,94	28,94	28,94	1,41	29,29	29,32	29,3	0,72

Comparando os valores de referência estabelecido por Tavares-Dias (2009) (Tabela 5), para os parâmetros eritrocitários de tambaqui (n=70), para peso de 369,5 e 1,630g e medindo de 26,0 a 46,5 cm de comprimento total, os valores hematológicos mantiveram-se dentro dos níveis normais para a espécie do presente estudo (Tabela 4).

Tabela 5 Valores de referências do eritrograma para tambaqui *C. macropomum* segundo Tavares-Dias (2009).

Parâmetros	Mínimo/Máximo	Intervalo de Referência
Eritrócitos ($10^6 \mu\text{L}^{-1}$)	1,250-2,960	1,625-3,383
Hematócrito (%)	26,0-38,0	36,0-40,0
Hemoglobina (g/dL)	6,3-13,7	8,9-10,9
VCM (fl)	70,8-123,7	112,7-192-6

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Os valores médios dos eritrócitos e hemoglobina encontrados (Tabela 4) são superiores para eritrócitos e semelhantes para hemoglobina aos expressos por Tavares-Dias e Sandrim (1998), quando avaliaram os parâmetros hematológicos de tambaqui mantido em monocultivo e observaram valores médios de 2,83 e 11,30; respectivamente.

Nos animais analisados, o coeficiente de variação (CV%) máxima da contagem de eritrócitos (8,92%), hemoglobina (10,16%), hematócrito (10,26%), VCM (1,55%) e HCM (1,48%) foi relativamente baixa, assegurando maior homogeneidade entre os grupos de dados.

Os índices hematimétricos (VCM e HCM) em *C. macropomum* não foram alterados pelos tratamentos CAA e SAA. Segundo McCarthy et al., (1973), em peixes os valores do VCM e do HCM devem ser interpretados com cautela, pois são calculados a partir da contagem total de eritrócitos, a qual pode apresentar certa margem de erros. Apesar das variáveis hematológicas não terem apresentado diferença entre os animais avaliados no experimento ($P > 0,05$), observou-se que a concentração de oxigênio disponível no tratamento ausente de aeração mecânica contínua foi baixa, consequentemente proporcionou condições menos favoráveis

para os animais, refletindo na protuberância do lábio inferior conhecido como “prolapso labial” (Figura 9).

Figura 9 Indivíduos de *C. macropomum* no cultivo sem aeração apresentaram protuberância labial inferior.



Fonte: MEDEIROS, I. D.

O tambaqui começa a mostrar os efeitos da hipóxia quando o oxigênio dissolvido atinge valores ao redor de 2,0 mg/L (ARAÚJO-LIMA E GOULDING, 1997).

O tambaqui como a pirapitinga podem sobreviver por horas em águas com menos do que 0,5 mg/L de oxigênio dissolvido, utilizando uma estratégia de respiração de emergência através da protuberância (expansão) do lábio inferior (SAINT-PAUL, 1986).

Esta expansão labial serve para auxiliar o aumento da taxa de ventilação branquial por meio do aumento na passagem de água através das brânquias. presente na água ou, até mesmo, do oxigênio presente na atmosfera (SAINT-PAUL, 1986).

5.3 DESEMPENHO PRODUTIVO

As maiores diferenças nos parâmetros biométricos ocorreram aos 60 dias de cultivo ($P<0,05$).

Para os 30 dias de cultivo apenas os comprimentos corporal e cabeça ($P<0,05$), sugerindo, para esta fase de cultivo, maior crescimento em comprimento dos animais sob sistema CAA.

Aos 60 dias por sua vez, o sistema de cultivo CAA apresentou os maiores crescimentos em medidas, dado pelos parâmetros comprimento corporal, total e cabeça, altura e peso corporal dos animais ($P<0,05$).

Aos 90 dias de cultivo não houve diferença para os sistemas CAA e SAA para a maioria dos parâmetros biométricos de desempenho, exceto para o Comprimento Total.

Segundo Schmidt-Nielsen (1996), quando os organismos estão em condições de estresse ocorre maior direcionamento da energia obtida da alimentação para manter o equilíbrio fisiológico e, em menor quantidade, para o crescimento. Isto pode justificar as diferenças significativas para peso corporal, comprimento total, comprimento padrão, comprimento da cabeça e altura entre do grupo controle em relação ao tratamento no final do experimento.

Os valores finais médios de ganho de peso diário do presente experimento variaram de 4,49g a 4,82 g/dia (Tabela 6), para os tratamentos SAA e SAA, respectivamente. Foram semelhantes aos resultados obtidos por Arbeláez-Rojas et al., (2002), que observaram ganho em peso de 4,5 g/dia para a mesma espécie, em sistema semi-intensivo e alimentado com rações comerciais contendo 30% de proteína bruta.

Tabela 6 Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui em sistema de aeração artificial (CAA) e sem aeração artificial (SAA) nos diferentes períodos.

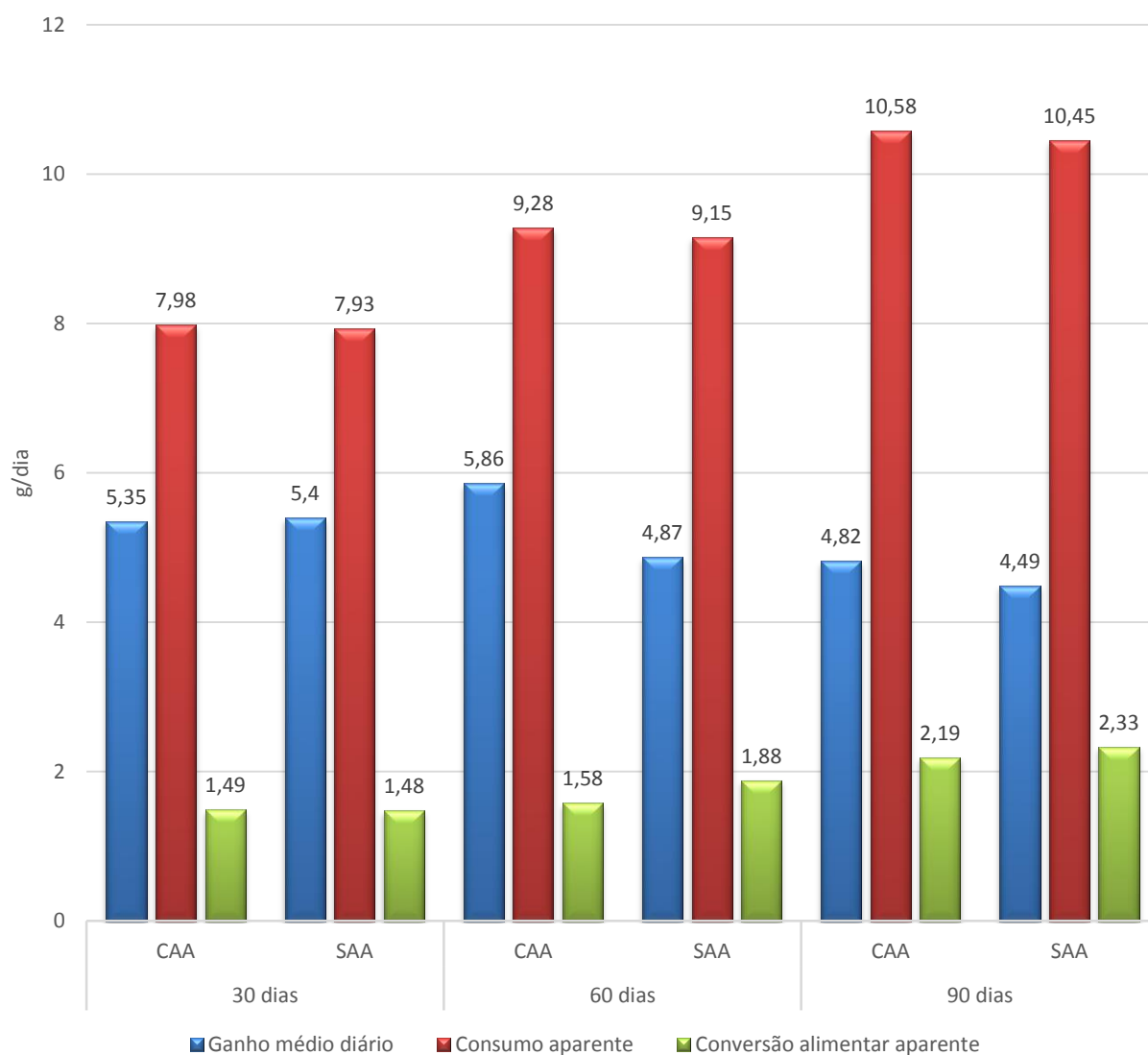
VARIÁVEIS	Dia Zero		30 dias de Experimento				60 dias de Experimento				90 dias de Experimento			
	(Valor Controle)		CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)	CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)	CAA	SAA	MÉDIA	CV (%)
	Valores Médios Iniciais	CV (%)												
<i>Comprimentoparcial (cm)</i> ¹	19,12	19,66	20,78a	19,52b	20,15	7,27	25,12a	24,13b	24,62	7,25	19,83	19,47	19,65	7,25
<i>Comprimento total (cm)</i>	24,21	9,05	29,13	28,71	28,92	5,60	32,73a	31,56b	32,15	6,14	31,30a	29,60b	30,45	6,86
<i>Comprimento da cabeça (cm)</i> ¹	6,78	9,16	7,30a	6,85b	7,07	9,08	9,21a	8,82b	9,02	8,62	8,67	8,46	8,56	7,53
<i>Altura (cm)</i>	9,75	8,00	12,55	12,63	12,59	6,48	14,90a	14,36b	14,63	5,76	14,23	13,96	14,10	7,47
<i>Circunferência (cm)</i>	19,62	8,44	25,08	25,38	25,23	6,37	26,80	26,55	26,67	6,36	29,20	28,63	28,92	5,44
<i>Peso (g)</i>	235,76	26,83	428,83	430,33	429,58	16,36	581,83a	523,17b	552,50	17,76	660,17	631,07	645,62	15,72
<i>Ganho médio diário (g/dia)</i>	--	--	5,35	5,40	5,37	-	5,86	4,87	5,37	--	4,82	4,49	4,66	--
<i>Consumo aparente (g/dia)</i> ²	--	--	7,98	7,93	7,95	-	9,28	9,15	9,21	--	10,58	10,45	10,51	--
<i>Conversão alimentar aparente</i> ³	--	--	1,49	1,48	1,48	-	1,58	1,88	1,72	--	2,19	2,33	2,26	--

¹Médias na mesma linha seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste Tukey, $\alpha = 0,05$. ²Consumo de ração gramas por peixe/dia.

³Conversão alimentar aparente = consumo aparente de ração dividido pelo ganho médio diário.

O consumo aparente diário de ração no experimento foram semelhantes nos dois tratamentos ($P>0,05$), variando de 7,98 a 10,58 g no tratamento CAA e 7,93 e 10,45 g no SAA (Figura 10).

Figura 10 Comparação de ganho médio, consumo aparente e conversão alimentar aparente ao longo dos 90 dias de experimento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

A conversão alimentar é um índice que pode ser usado como indicador da qualidade da ração (KUBITZA, 2003), pois representa a eficiência da conversão do alimento em biomassa de pescado.

Apesar de não haver diferença ($P < 0,05$) entre os sistemas de cultivo com e sem aeração, a conversão alimentar tende a aumentar com o crescimento do peixe, ou seja, torna-se menor eficiente em aproveitar o alimento, quanto maior a idade. Logo, o uso de tecnologias que melhorem as condições fisiológicas e ambientais, como qualidade de água, densidade de estocagem, são importantes para se explorar o máximo potencial de ganho em cada fase de cultivo.

Os índices finais de conversão alimentar aparente variaram de 2,19 a 2,33. De acordo com Arbeláez-Rojas et al., (2002), a obtenção de taxa de conversão alimentar próxima de 2 é considerada um bom padrão de referência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de juvenis de tambaqui em sistema com aeração mecânica proporciona maior desempenho produtivo dos animais especialmente aos 60 dias de cultivo.

Sugere-se novos estudos que trate do impacto da aeração artificial no cultivo do *Colossoma macropomum* em maiores densidades de estocagem e fases de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ALDRIN, J. F. et al. Labiochimie clinique en aquaculture. Interet et perspectiva. ANEXO Actes et Colloques, v. 14, p.219-326, 1982.
- ALVARADO, C.E.G. **Sobrevivência a aspectos econômicos de treinamento alimentar de juvenis de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829)**, em laboratório. 66f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 2003.
- AMARAL, D. S. K. **Caracterização da taxa de respiração e estimativa da necessidade de aeração mecânica em viveiros de cultivo semi-intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei***. Dissertação de mestrado em Aquicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 34 p. 2003.
- ARAÚJO, C.S.O. *et al.* Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: TAVARES(DIAS, M. (Org). Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá. p. 389(424). 2009.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 186 p. 1998.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSI, D. M. ; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Bryconcephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.3, p. 1059-1069, 2002.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Performance and economic indicators of a large scale fish farming in Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia Viçosa**,v.41, n. 6, p. 1325-1331, 2012.
- BOYD, C. E. Waterquality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, 482p. 1990.
- BRANDÃO, F.R; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L.D.Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abril 2004.
- CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossomama cropomum* (Cuvier, 1818) In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: EMBRAPA Amapá, p.33-46. 2009.
- CHAGAS, E.C. GOMES, L. C.; JUNIOR, H.M.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109-1115, 2007.
- COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglob indeterminations.**Canadian Medical Association Journal**,Vancouver, v.50, p.550-552, 1944.

- EVANS, G. O. Animal hematotoxicology: a practical guide for toxicologists and biomedical. USA: CRC Press, 222p. 2008.
- FREITAS, C.E.C.; NASCIMENTO, F.A. e SOUZA, F.K.S. Levantamento do estado de exploração dos estoques de curimatã, jaraqui, surubim e tambaqui. In: Setor Pesqueiro na Amazônia – Situação Atual e Tendências. Ibama/AM, ProVázea. p. 120. 2007.
- GARCIA-NAVARRO, C.E.K. Manual de Hematologia Veterinária. São Paulo: Editora Varela, 169p. 2005.
- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, New York, v.56, p.35-39, 1971.
- GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ISMIÑO-ORBE, R. A. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, 2003.
- HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A., BROWDY, C. L. Sludge management in intensive pond culture of shrimp: effect of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction and shrimp production. **Aquacultural Engineering**, v. 13, p. 11-30, 1994.
- HOUSTON, A.H. Blood and circulation. In: SCHRECK, C.B. & MOYLE, P.B. (eds.). Methods for fish biology. **American Fisheries Society**, Maryland, pp.273-334. 1990.
- IGFA. Internacional Game Fish Association. Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA 2001.
- ISHIKAWA, M. M. PÁDUA, S. B., SATAKE, F., PIETRO, P. S., HISANO, H. Procedimentos Básicos para Colheita de Sangue em Peixes. Circular Técnica 17. Julho. Dourados, MS. 2010.
- ITUASSU, D.R.; SANTOS, G.R.S.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 1199-1203. 2004.
- KUBITZA, F. Revista Panorama da Aquicultura. v.18, nº 109. Setembro/Outubro. 2008.
- MACHACEK, H. World Records Freshwater Fishing. 2007.
- MARTINEZ, F.J.; GARCÍA-RIERA, M.P. CANTERAS, M.; COSTA, J. e ZAMORA, S. Blood parameters in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*): simultaneous influence of various factors. **Comp. Biochem. Physiol.** 107A: 95-100. 1994.

- MCCORMICK, S.D., NAIMAN, R.J. Hypoosmoregulation in an anadromus teleost: influence of sex and maturation. *J. Exp. Zool.*, v.234, p.193-198, 1985.
- NASCIMENTO, K. D. A importância da Aeração nos sistemas de produção aquícolas. *Limnologia Aplicada à Aquicultura - UFMG*. 2012.
- NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. *Pesquisa e agropecuária brasileira*. Brasília, v. 41, nº 1, p. 139 –143. 2006.
- OLIVEIRA, A.M. B. M. S.; CONTE, L.; CYRINO, J. E. P. Produção de Characiformes autóctones. In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M.; Catagnolli, N. *Tópicos especiais em Piscicultura de Água Doce tropical Intensiva*. 1º ed. São Paulo: Editora TecArt. 2004.
- OLIVEIRA, R.P.C.; SILVA, P.C.; BRITO, P.P.; GOMES, J.P.; SILVA, R.F.; SILVEIRA FILHO, P.R.; ROQUE, R.S. Variáveis hidrológicas físico-químicas na criação da tilápia-do-nilo no sistema raceway com diferentes renovações de água. *Ciência Animal Brasileira*, 11: 482-487.2010.
- PEREIRA, T. M.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,, 5. 2009, Viçosa. Pôster. p. 78-84.
- RANZANI-PAIVA, MJ.T.; GODINHO, H.M. Características do plasma sanguíneo do pacu, *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887 (= *Colossoma mitrei* Berg, 1895) em condições experimentais de criação. *B. Inst. Pesca*, 15(2):169-177, 1988.
- RESENDE, E. K. de. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. *Aquabrazil. Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v..38, n.esp., p. 52-57, 2009.
- SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. *Aquaculture*, Baton Rouge, v. 54, p. 205-240, 1986.
- SANTOS, G.; FERREIRA, E. e ZUANON, J. Peixes Comerciais de Manaus–Manaus: Ibama/AM, ProVázea. p. 144. 2006.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Ed. Santos, 600 p, 1996.
- SHAH, A.W.; PARVEEN, M.; MIR, S.H.; SARWAR, S.G.; YOUSUF, A.R. Impact of helminth parasitismo on fish haematology of Anchar Lake, Kashmir. *Pakistan Journal of Nutrition*, Faisalabad, 8: 42(45). 2009.
- SILVA, J.A.M. da; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com

- enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) **Acta Amazônica**, v.37, p157-164. 2007.
- SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B.; BRUNO, A. M. S. S.; SOARES, E. C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. **Acta Amazonica**. v.43, 4, pp. 517-523. 2013.
- SILVEIRA, R., RIGORES, C. Características hematológicas normales de *Oreochromis aureus* em cultivo. **Revista Latino americana de Acuicultura**, v. 39, p. 54-56, 1989.
- SUDAGARA, M.; MOHAMMADIZAREJABADA, A.; MAZANDARANIA, R.; POORALIMOTLAGHA, S. The efficacy of clove powder as naan esthetic and its effects on hematological parameters on roach (*Rutilus rutilus*). **Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition**, Faisalabad, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2009.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; IMOTO, M.E. Hematological parameters in two neotropical fresh water teleost, *Leporinus macrocephalus* (Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24. 96(101)p. 2008.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematologia de Peixes Teleósteos. Ribeirão Preto-SP: Editora Eletrônica e Arte Final, 144p. 2003.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; KRONKA, S.N. Evaluation of the haematological parameters in *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae) with *Argulus* sp. (Crustácea, Branchiura) infestation and treatment with organophosphate. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.16, n.2, p.553-555, 1999.
- TAVARES-DIAS, M.;FRASCÁ-SCORVO,C. M. D.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R.Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Parâmetros eritroleucométricos, trombométricos e glicemia do matrinxã *Bryconcephalus* günter, 1869 (Osteichthyes: Characidae). *ArsVeterinaria*, Jaboticabal, v. 15, p. 149-153, 1999.
- TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E. F. S. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. I. Série vermelha e dosagens de cortisol e glicose do plasma sanguíneo de espécimes de *Colossoma macropomum* em condições de cultivo. **Acta Scientiarum**. v20(2): p. 157-160. 1998.
- VALENZUELA, A.; OYARZÚN, C.; SILVA, V. Células sanguíneas de *Schroederichthys schilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): serie blanca. *Gayana*, v.67, p.130 – 137, 2003.
- VOSYLIENÉ, M.Z., The effects of heavy metals on haematological indices of fish (Survey). **Acta Zoologica Lituanica**. v. 9, p.76-82, 1999.

WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, Leipzig, v.51, p.32-49, 1934.